6. Владимиров, С.А. Методологические аспекты перехода на экологически чистое устойчивое рисоводство Кубани / С.А. Владимиров, В.П. Амелин, Н.Н. Крылова // Научно-практический журнал Природообустройство. – М.: - 2008. - №1 – С. 24-30. №44
7. Сафронова, Т.И. Информационная модель управления качеством состояния рисовой оросительной системы / Т. И. Сафронова, И. А. Приходько // Науч. журнал Труды КубГАУ. - 2007. № 6. - С. 11-15.
8. Сафонова, Т. И. Оценка мелиоративного состояния рисовой оросительной системы по интегральному показателю / Т. И. Сафронова, И. А. Приходько // Мелиорация и водное хозяйство. – 2009. Вып. 3. – С. 42-43.
9. Гартвих, О. А. Способ орошения риса в системе севооборота / О. А. Гартвих, Н. Н. Крылова, Е. И. Хатхоху // Научный журнал «Эпомен». – 2018. - № 13. – С. 108–112.
10. Хатхоху, Е. И. Применение современной оросительной техники / Е. И. Хатхоху, В. Т. Ткаченко // Итоги научно-исследовательской работы за 2015 год: сб. ст. по материалам 71-й научно-практической конференции преподавателей / отв. за вып. А. Г. Кощев. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – С. 164-165.
11. Прус, Д. В. К вопросу о необходимости реконструкции рисовых оросительных систем Кубани / Д. В. Прус, Е. И. Хатхоху // Вестник научно-технического творчества молодежи Кубанского ГАУ. В 4 т. / сост. А. Я. Барчукова, Я. К. Тосун; под ред. А. И. Трубилина, отв. ред. А. Г. Кощев. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – Т. 2, вып. 1. – С. 37-41.

Комарова О.П.

Орошение как ведущий фактор стабилизации энтомокомплексов в агроландшафтах Нижнего Поволжья

*Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия
(Россия, Волгоград)*

doi: 10.18411/lj-09-2019-37

idsp: lj-09-2019-37

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы воздействия орошения на энтомокомплексы агроландшафтов в аридной зоне юго-востока России. Показано, что орошение изменяет экологические параметры в приземном ярусе агроценозов, способствуя оптимизации условий жизнедеятельности биоты агроландшафтов. В условиях орошения формируются полидоминантные энтомологические сообщества, расширяется видовое разнообразие насекомых в связи с появлением дополнительных экологических ниш. Орошение, таким образом, является одним из основных факторов стабилизации фитосанитарного состояния агроэкосистемы.

Ключевые слова: энтомокомплексы, видовое разнообразие, фитофаги, энтомофаги, паразиты, трофическая структура, орошение, агроландшафт

Abstract

The article deals with the impact of irrigation on the entomocomplexes of agricultural landscapes in the arid zone of the South-East of Russia. It is shown that irrigation changes ecological parameters in the surface layer of agroecosystems, contributing to the optimization of living conditions of agricultural landscapes' biota. Under irrigation conditions, polydominant entomological communities are formed, species diversity of the species is expanded due to the emergence of additional ecological niches. Thus, irrigation is one of the main factors of stabilization of phytosanitary condition of agroecosystem.

Keywords: entomocomplexes, species diversity, phytophages, entomophages, parasites, trophic structure, irrigation, agricultural landscape

Вопросы загрязнения природной среды в последние годы особенно актуальны [8]. Одной из отраслей, значительно способствующей ухудшению параметров состояния окружающей среды, является сельское хозяйство и, в частности защита растений. Это связано со значительными объемами применения пестицидов во всем

мире. Так, рынок пестицидов в стоимостной оценке с 0,2 млрд долл. в 1945 г. вырос до 27,8 млрд в 2000 г., 40,5 млрд в 2010 г., а в 2017 г. его объем составил 54,2 млрд долл. [1, 3]. В защите растений, как в России, так и за рубежом ведется постоянный поиск нехимических способов борьбы с вредными организмами [7, 10]. Среди актуальных направлений защиты растений на сегодняшнем этапе выделяется направление экологической защиты растений, в которой основным принципом является усиление саморегулирования энтомокомплексов в основном за счет применения нехимических способов защиты посевов, при которых на поле сохраняется полезная энтомофауна и опылители. В этом случае ограниченное применение пестицидов допускается только при превышении плотности популяций вредных организмов выше экономических порогов вредоносности (ЭПВ).

Особенно важна эта проблема в условиях орошения, поскольку орошение земель, благодаря оптимизации водного режима почвы в сочетании с внесением удобрений, способствует не только повышению продуктивности сельскохозяйственных культур в 2,5-4,0 раза и более, но и активизации жизнедеятельности и вредоносности фитофагов.

Орошение в аридных условиях юга европейской части России, является ведущим фактором, позволяющим стабилизировать фитосанитарную обстановку. Устойчивое развитие энтомоценозов здесь определяется повышением их биоразнообразия и оптимизацией трофической структуры. На орошении отмечено формирование преимущественно полидоминантных энтомологических комплексов. За годы наших многолетних исследований (1989-2018 гг.) установлено, что на европейской части России в регионе Нижнего Поволжья, охватывающем Саратовскую, Волгоградскую и Астраханскую области и Республику Калмыкия, в орошаемых агроландшафтах насчитывается 1712 видов насекомых, их которых 1432 вида зарегистрированы в агроценозах и 1579 видов – в сопутствующих биотопах.

Многолетние исследования, начатые нами с 1982 года, позволили получить данные, показывающие значительные отличия орошаемых и богарных агроценозов по метеорологическим показателям. Так, параметры микроклимата, складывающегося в агроценозе люцерны, показывают значительные отличия температуры воздуха в приземном слое (до 0,5 м) орошаемых с использованием дождевания и неорошаемых посевов. Так, разница температуры воздуха в первые 3-4 дня после полива достигала 7-8 °С, в последующие дни эта разница сглаживалась, однако в течение вегетационного периода показатели среднесуточных температур воздуха в орошаемых посевах были ниже на 2-4 °С в сравнении с неорошаемыми. Вместе с тем в орошаемых посевах отмечено повышение относительной влажности воздуха на 20 % внутри травостоя и заметное снижение суточных амплитуд температуры воздуха. Такое сглаживание экстремумов температуры воздуха и повышение относительной влажности в условиях орошения за счет улучшения микроклимата повышает комфортность условий обитания насекомых. Микроклимат, складывающийся внутри травостоя в условиях орошения более комфортен для насекомых – обитателей фитоценоза и герпетобия.

Таким образом, можно сказать, что орошение в аридных условиях юга России является одним из основных факторов оптимизации условий жизнедеятельности биоты агроландшафтов. Соответственно, орошение способствует сохранению и частично расширению их биоразнообразия за счет возрастания численности и видового обилия мезофильных насекомых и, в меньшей степени, гигрофильных видов.

Подтверждением высказанного является отмеченная нами приуроченность отдельных видов насекомых, таких, например, как клубеньковые долгоносики, к определенным экологическим условиям. По нашим данным, на орошаемых участках люцерны, наряду с сухолюбивым видом *Sitona crinitus* Hbst., который на посевах без орошения составил 100% сборов всех клубеньковых долгоносиков, часть его экологической ниши занял вид *S. lineatus* L.

Возрастание видового разнообразия и численности мезо- и гигрофилов в посевах орошаемых сельскохозяйственных культур также связано и с появлением новых микростаций на орошении (водосбросы, оросительные каналы, пруды-накопители и т.д.), что приводит к повышению общего разнообразия условий среды обитания насекомых. Таким образом, при орошении появляются дополнительные экологические ниши для гигрофильных насекомых, которые обитают в околородных стациях, а также для ксерофилов, концентрирующихся на неорошаемых участках, таких, например, как углы квадратов при орошении дождевальными машинами кругового действия. В результате благодаря этому в значительной степени растет биологическое разнообразие энтомокомплексов.

В целом на орошении зафиксировано формирование в основном полидоминантных энтомокомплексов, отличающихся высоким видовым разнообразием. По нашим данным, на посевах орошаемой люцерны комплекс энтомофауны насчитывает 254 вида фитофагов, энтомофагов, паразитов и опылителей. Из этого числа видов к доминирующим и субдоминирующим (не менее 5 и 2,5 % численности в структуре энтомокомплекса соответственно) относится 12-15 видов, тогда как на неорошаемых посевах из 159 отмеченных видов преобладают 6-8.

Отмеченное благодаря орошению увеличение видового разнообразия комплексов насекомых обуславливается стабилизацией микроклиматической обстановки в агроценозах. Известно, что способность к саморегулированию и устойчивость агроэкосистемы возможна только при полидоминантной структуре с достаточно большим количеством входящих в нее элементов [9]. Тогда как в монодоминантных сообществах, имеющих невысокое видовое разнообразие, устойчивость биосистем не обеспечивается, и здесь возможны вспышки численности фитофагов. В агроландшафтах с орошением, напротив, в сформированных полидоминантных энтомологических комплексах за счет усиления биоценологических связей численность вредителей, как правило, не достигает экономических порогов вредоносности.

Создание полидоминантной структуры энтомологических сообществ особенно актуально для засушливых агроландшафтов на юго-востоке России, которые находятся на стыке степной и полупустынной зон, агроценозы которых отличаются обедненностью видового состава насекомых.

Изменяющаяся в орошаемых агроландшафтах экологическая обстановка с одной стороны обуславливает выращивание качественно новых растений, с другой непосредственно влияет на развитие и численность вредителей, что отражается на взаимоотношениях между фитофагом и растением, а также на биоэкологических особенностях насекомых, таких как плодовитость, выживаемость, продолжительности отдельных фаз, а также других биологических особенностях популяции.

В растениях, обеспеченных влагой, оптимизируются концентрация клеточного сока и сосущая сила листьев, что создает благоприятные условия для жизнедеятельности насекомых с колюще-сосущим ротовым аппаратом.

Так, средняя численность люцернового клопа на орошении, по данным наших многолетних исследований, выше в 4,4 раза по сравнению с обилием на неорошаемых посевах, различных видов тлей – в 3,3, цикад – более чем в 3 раза. Орошение люцернового агроценоза также положительно сказалось и на концентрации в посевах мезофильных видов насекомых. Например, численность люцерновой толстоножки на орошении возросла в 2,6 раза по сравнению с богарными посевами. Вследствие этого поврежденность семян брехофагусом увеличилась в 2,3, а суммарные потери – в 2,4 раза.

Вместе с тем хотелось бы отметить, что создание на орошаемых землях благоприятных для роста и развития растений микроклиматических условий благоприятно воздействовало на морфологические, органообразовательные,

физиологические и биохимические процессы растения, что способствовало тем самым значительному росту продуктивности. При этом отмечено и более интенсивное формирование генеративных органов. В целом результаты исследований показывают рост урожайности семян люцерны за счет усиления репродуктивных функций растений, повышения их компенсаторных свойств. И, таким образом, несмотря на рост вредоносности фитофагов, повреждающих семена, урожайность семенной люцерны, благодаря орошению, увеличилась в 3,5 раза.

Еще одним аспектом влияния изменения микроклиматических параметров почвы и приземного слоя воздуха в условиях орошения является также и изменение фенологии как кормового растения, так и фитофагов. На орошаемых участках, как правило, продолжительность межфазных периодов увеличивается. Так, продолжительность периода до фазы созревания бобов на орошаемой люцерне по нашим наблюдениям увеличивается на 18-20 дней по сравнению с богарными посевами. При этом фенология вредителей на орошении сохраняет свою синхронизацию с фенологическим циклом кормового растения, удлиняясь в среднем до 20-25 дней. Увеличение периода активного питания как личинок и взрослых особей люцернового клопа, так и личинок фитономуса в условиях растянутости за счет орошения фаз ветвления и бутонизации растений, а также удлинение длительности фазы созревания семян, к которой приурочена откладка яиц люцерновой толстоножкой и желтым тихиусом, привела к росту вредоносности всех изучавшихся видов вредителей на 30-40 % по сравнению с неорошаемым вариантом.

Орошаемые посевы являются также более благоприятным местом обитания для хищных и паразитических насекомых, выполняющих благодаря уничтожению вредителей роль биологической защиты от колюще-сосущих и других вредных для посевов насекомых. Как уже было отмечено, в связи с расширением параметров экологической валентности, а также за счет появления новых экологических ниш и возрастания разнообразия условий в условиях орошения увеличивается видовое обилие энтомофагов, паразитов и опылителей, в числе которых важную роль в качестве полезного компонента энтомокомплексов играют энтомофаги напочвенного яруса. Данные учетов ловушками Барбера показывают, что в среднем за вегетационный сезон на различных культурах численность герпетобионтов в орошаемых агроценозах оказалась в 2,5-12,4 раз выше, чем на богарных вариантах. По нашим данным, в комплексах напочвенных энтомофагов преобладали по численности хищники из семейства жуужелиц (*Carabidae*). В комплексе напочвенной фауны на орошении представители этого семейства составляли 82,1 %, а на неорошаемых – 85,02 %.

При этом следует отметить, что на орошаемых посевах в первую очередь численность жуужелиц возрастала за счет увеличения численности видов со смешанным типом питания, таких как *Poecilus cupreus* L., *Harpalus (pseudoophonus) rufipes* Deg., *Bembidion properans* Steph., *Clivina fossor* L., *Poecilus nitens* Shaud., *Harpalus distinguendus* Duft. По данным карабидологов, все эти виды жуужелиц отмечены как активные хищники фитофагов в агроценозах [4, 5, 6]. И можно говорить о том, что увеличение суммарной плотности жуужелиц является одним из наиболее положительных результатов воздействия орошения на карабидофауну.

Основными причинами возрастания обилия полезной биоты под влиянием орошения можно считать значительное изменение микроклимата в фитоярусе и напочвенном ярусе посевов сельскохозяйственных культур в сторону повышения мезофитности, что увеличивает количество экологических ниш для энтомофагов и паразитов, подавляющее большинство которых предпочитают мезофитные и гигрофитные биотопы. Кроме того, в орошаемых агроценозах значительно возрастает общее число беспозвоночных, многие из которых являются кормовой базой для хищников и паразитов [4, 5, 6]. Таким образом, общее увеличение численности

энтомофагов при орошении, кроме благоприятного микроклимата, обусловлено также и достаточным количеством питания.

Наряду с отмеченным нами возрастанием биоразнообразия энтомокомплексов, в условиях орошения значительно изменяется их трофическая структура. Анализ данных сравнительных учетов численности энтомофауны показал увеличение на орошаемых посевах относительной численности хищных и паразитических видов насекомых. Так, соотношение общей численности энтомофагов и фитофагов составляет здесь 1:1,9, а в неорошаемых условиях оно увеличивается до 1:6,1. При отмеченном соотношении тлевых (божьих) коровок и фитонюмы на орошаемых посевах (1:0,1) хищники полностью уничтожают вредителя. В условиях орошения наблюдается также оптимальное соотношение между численностью энтомофагов (хищные клопы, клопы-набисы и ориусы, личинки златоглазок, сирфид) и растительноядных клопов – 1:9. При этом оптимальным считается такое соотношение, когда на одного хищника приходится не более 13 личинок растительноядных клопов [2]. На основании этих данных можно сделать вывод, что в данном случае популяция слепняков подавляется энтомофагами.

На орошаемых посевах соотношение энтомофагов (хищные клопы, златоглазки) и клубеньковых долгоносиков не выходит за пределы 1:0,5. При таком соотношении осуществляется подавление численности вредителя [2]. Соотношение энтомофагов (кокциеллиды, личинки златоглазок, сирфид, хищные клопы) и тлей колеблется от 1:4,2 до 1:6,6, что позволяет хищным насекомым снижать численность афидид до хозяйственно-неощутимого уровня.

На неорошаемых посевах при значительном ухудшении соотношений между энтомофагами и вредителями (по фитонюме 1:1,9; растительноядным клопам – 1:19,7; тлям – 1:16,6; клубеньковым долгоносикам – 1:7) естественного регулирования численности вредителей не происходит и при превышении численности фитофагов показателей экономических порогов вредоносности необходимо применение пестицидов для защиты посевов от вредных насекомых.

В результате исследований отмечено возрастание в условиях орошения сбалансированности агроэкосистем, их способности к саморегуляции. Стабильность энтомокомплексов агроценозов, что как раз и является целью экологизированной защиты растений, обеспечивается за счет формирования полидоминантных энтомологических комплексов с высоким биоразнообразием и оптимизации их трофической структуры. Несмотря на то, что на орошении зафиксировано увеличение численности фитофагов, на орошаемых посевах складывается более благоприятное соотношение между энтомофагами и вредителями, благодаря чему появляется возможность саморегулирования энтомофауны за счет усиления активности энтомофагов. Тем самым создается реальная возможность сохранения урожая и снижения на орошаемых посевах кормовых культур пестицидной нагрузки на 40-50 %.

1. Глобальные и российские тренды рынка средств защиты растений на конференции «Пестициды 2018» [Электронный ресурс]. URL: <http://pesticide.by/novosti/globalnye-i-rossijskie-trendy-rynka-sredstv-zashhity-rastenij-na-konferentsii-pestitsidy-2018/> (дата обращения 15.09.2019 г.)
2. Демчук А.Т., Дядечко Н.П., Рубан М.Б. Трипсы на посевах семенной люцерны // «Интегрированная защита растений от вредителей и болезней с.-х. культур». Сб. науч. тр. УСХА. Киев, 1983. С. 11-13.
3. Захаренко В.А. Научное обеспечение производства, рынка и реализации пестицидов в аграрном секторе Российской Федерации // Агрохимия. 2014. № 4. С. 3-19.
4. Калюжная Н.С., Комаров Е.В., Черезова Л.Б. Жесткокрылые Нижнего Поволжья // Известия Волгоградского технического университета. 2000. 57 с.
5. Комаров Е.В., Карпова Т.Л. Состав, структура, распределение комплексов герпетобионных жесткокрылых (Coleoptera) в орошаемом агроландшафте // Фундаментальные исследования. 2014. № 12-11. С. 2350-2356.

6. Комаров Е.В., Калюжная Н.С., Черезова Л.Б. Состав и структура сообществ жесткокрылых насекомых (Coleoptera) как показатель состояния степных экосистем юго-востока европейской части России // «Степи северной Евразии: стратегия сохранения природного разнообразия и степного природопользования в XXI веке». Материалы международного симпозиума. Оренбург: Институт степи УрО РАН, 2000. С. 189-190.
7. Мелихов, В.В., Комаров Е.В., Комарова О.П. Орошение – основа по-вышения стабильности энтомоценозов в аридных условиях Юго-Востока России // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14. № 1 (52). С. 34-39.
8. Семеренко С.А. Экология и защита растений // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2015. № 4 (164). С. 103-137.
9. Чернышев В.Б. Экологическая защита растений. Членистоногие в агроэкосистеме : учебное пособие. М.: Изд-во МГУ, 2001. 136 с.
10. Friche T., Egerer S., Matezki S., Pick Ch., Wogram J. 5-Point programme for sustainable plant protection // Environmental Sciences Europe. 2018. Vol. 30. Article 8. [Электронный ресурс]. URL: <https://enveurope.springeropen.com/track/pdf/10.1186/s12302-018-0136-2> (дата обращения 15.09.2019 г.)

**Никитин В.С.¹, Митрофанов С.В.¹, Благов Д.А.¹, Панферов Н.С.¹, Белых С.А.¹,
Додонкин Б.О.²**

**Применение цифровых технологий для производственных расчетов определения
потребности в известковых удобрениях**

¹*Институт технического обеспечения сельского хозяйства – филиал ФГБНУ
«Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»*

²*Рязанский филиал Московского университета МВД РФ имени В.Я.
Кикотя
(Россия, Рязань)*

doi: 10.18411/lj-09-2019-38

idsp: ljjournal-09-2019-38

Аннотация

В данной работе приводится сравнительный анализ двух методик и алгоритма на их основе по расчету доз внесения известковых удобрений на примере доломитовой муки. Первый метод определения количества вносимых известковых удобрений основан на рекомендованных средних дозах, которые применяются в агрохимических станциях. Второй метод основан на сдвиге pH почвенного раствора с учетом действия раскислителя.

Ключевые слова: известкование, кислотность, почва, программа, интерфейс, расчеты.

Abstract

This paper provides a comparative analysis of two methods and algorithms on their basis for calculating application doses of calcareous fertilizers, using dolomite powder as an example. The first method of determining amount of calcareous fertilizers to be applied is based on the average recommended standards, used in agrochemical laboratories. The second method is based on the shift of the soil solution pH, taking into account the effect of deacidizing agents.

Keywords: liming, acidity, soil, program, interface, calculations.

Одним из основных мероприятий системы удобрения является известкование кислых почв. Данное мероприятие решает две ключевых задачи: во-первых устраняется избыточная кислотность почвы, а во-вторых это положительно влияет на кальциевый обмен. Проведение известкования полностью удовлетворяет потребность сельскохозяйственных культур в таком важном макроэлементе как кальций. Кроме